

# 焙焼タンパク質の焙焼温度による消化率への影響

## —第3報 焙焼アルブミン—

藤 森 直 江、近 藤 麻 紀、菊 野 恵一郎

筆者らはタンパク質を加熱することによる消化吸収率への影響を調べており、前報<sup>1,2)</sup>にてカゼインについてin vitroと、ラットを用いてのin vivoでの実験結果を報告している。

カゼインを120°C、160°C、180°Cで焙焼したものと焙焼をしないもの（未処理）の4種類について、焙焼温度の違いによるタンパク質の消化率への影響を見たものであるが、in vitro、in vivo共に焙焼温度が高くなるにつれて消化吸収率が有意に低下した。特にin vitroでは未処理カゼインが約78%の消化率であるのに対し、180°C焙焼では約26%と著しい低下が見られた<sup>2)</sup>。

そこで、加熱温度と消化吸収率との関係は他のタンパク質でも同様な関係が認められるのかを調べることにした。今回卵アルブミンについてin vitroでの実験結果が得られたので、カゼインと比較しながら報告する。

### 実験方法

#### 1. 実験期間

実験は2回行った。実験1は平成3年12月から平成4年3月、実験2<sup>3)</sup>は平成4年4月から平成4年12月であった。

#### 2. 焙焼方法

カゼインの場合と同様に行った<sup>2)</sup>。

即ち、アルブミン（和光純薬製、卵製）を径18cmのシャーレに60g採取し、熱風乾燥器（協栄研究所製）にて120°C、160°C、180°C±1°Cの各温度にて30分間焙焼を行った（写真1）。

#### 3. 人工消化試験

分解酵素はペプシン（和光純薬製、1:10,000）を用い、ペプシン-0.1N-HClによる消化試験法で行った。分解時間は、37°C±1°Cにて42時間とし、窒素量の測定は、マクロケルダール法にて行った。



写真1 未処理および各焙焼アルブミン

表1. 焙焼による回収率

(%)

焙 焼 温 度	ア ル ブ ミ ン の 回 収 率		カゼインの回収率 <sup>4)</sup>
	平均値±SD値	有意差*	
120°C	92.5±0.18	***	90.4
160°C	92.1±0.11		90.0
180°C	91.2±0.20		89.4

※：\*\*\*：P≤0.001

## 実験結果

実験結果は、実験1・2を合せて平均値を求めた。アルブミンを焙焼した時の回収率を表1に示したが、カゼインの時と同様に高温で焙焼するに従い、有意に回収率が低下した。

人工消化率の結果を表2に示した。160°Cでの焙焼が最も消化率が高く、180°C焙焼が最も低い結果ではあったが、有意な差ではなかった。

表 2 . 人工消化率

(%)

焙 焼 温 度	ア ル ブ ミ ン の 消 化 率		カゼインの消化率 <sup>2)</sup>
	平均値±SD値	有意差*	
未処理	98.1±3.39		77.9
120°C	98.2±1.43		75.9
160°C	99.0±0.433		72.2
180°C	97.2±2.53		26.1

※：—：P&gt;0.05   \*：P≤0.05

## 考 察

アルブミンを焙焼した時の人工消化率の結果は、未処理が98.1%で、加熱温度が高くなると、消化率も上昇し、160°Cでは99.0%にまで達するが、180°Cに焙焼すると97.2%に低下した。しかし、未処理と160°C焙焼に多少の有意差が見られたものの、他の焙焼温度間には有意な差は見られなかった。しかもカゼインの消化率が70%台であったのに比べ有意に消化性が良く、特に180°C焙焼ではカゼインが約26%であり、著しい差であった。アルブミンの場合、30分間の加熱では180°Cの温度までは、消化率への影響は無いものと推測される。

焙焼を行うことによりタンパク質が熱変性を受け、そのために消化率に影響をおよぼすものである<sup>5)</sup>が、アルブミンとカゼインの消化率の著しい違いについて、この熱変性の程度を焙焼時の回収率と焼き色（褐変現象）を比較することにより、推測してみた。

加熱によりタンパク質中の水分が失われて重量が減少するが、この程度を回収率から推測することができる。アルブミンよりカゼインの方が回収率が低い結果（表1）が得られているので、実験に用いたこれらタンパク質は、カゼインの方が水分含量が多かったものと思われる。各焙焼温度の回収率の差を比較してみると、120°Cと160°Cの間では、アルブミン、カゼイン共に0.4ポイントの低下であり、160°Cと180°C間では前者が0.9ポイント、後者が0.6ポイントの低下であったので、120°C以上の温度では両者共に、蒸発量はほぼ同じである。従ってアルブミン、カゼイン共に120°Cまでの間に、ほとんどの水分が蒸発したものと推測される。

次に、焙焼時の褐変状態をカゼインと比較（写真2）すると、アルブミンは180°Cでわずか



写真2 アルブミンとカゼインの比較

上段：アルブミン 下段：カゼイン

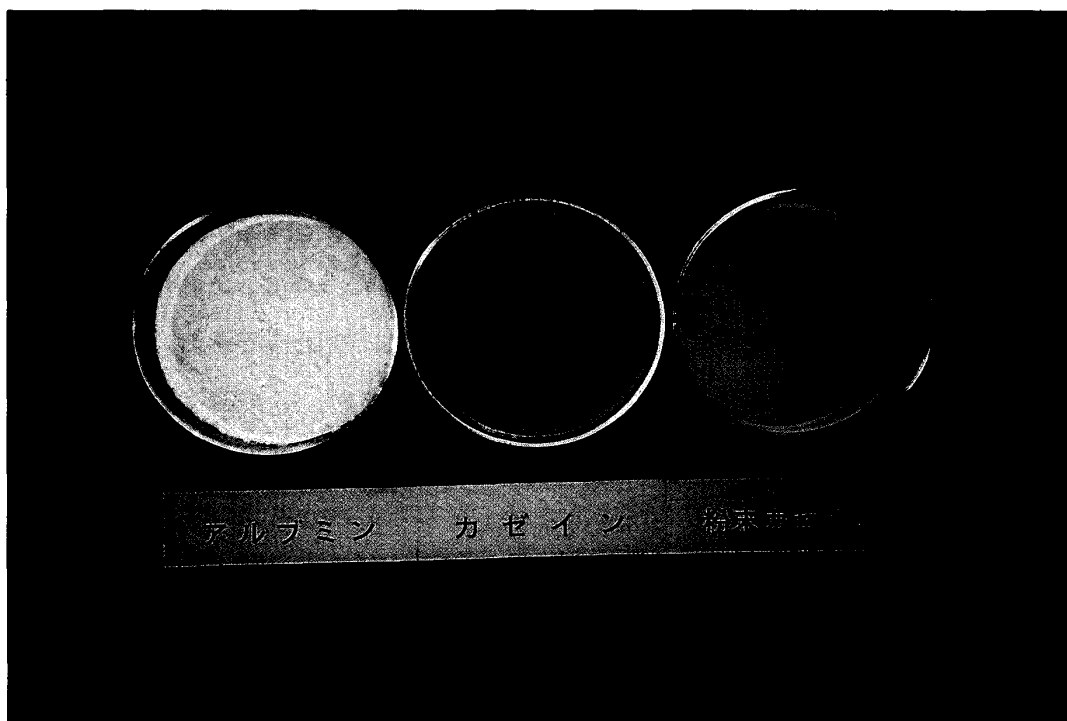


写真3 アルブミン、カゼイン、粉末カゼインの褐変現象の比較

焙焼条件は、180°Cにて30分間行った。粉末カゼインは、カゼインを粉碎して、40メッシュのふるいにかけたもの。

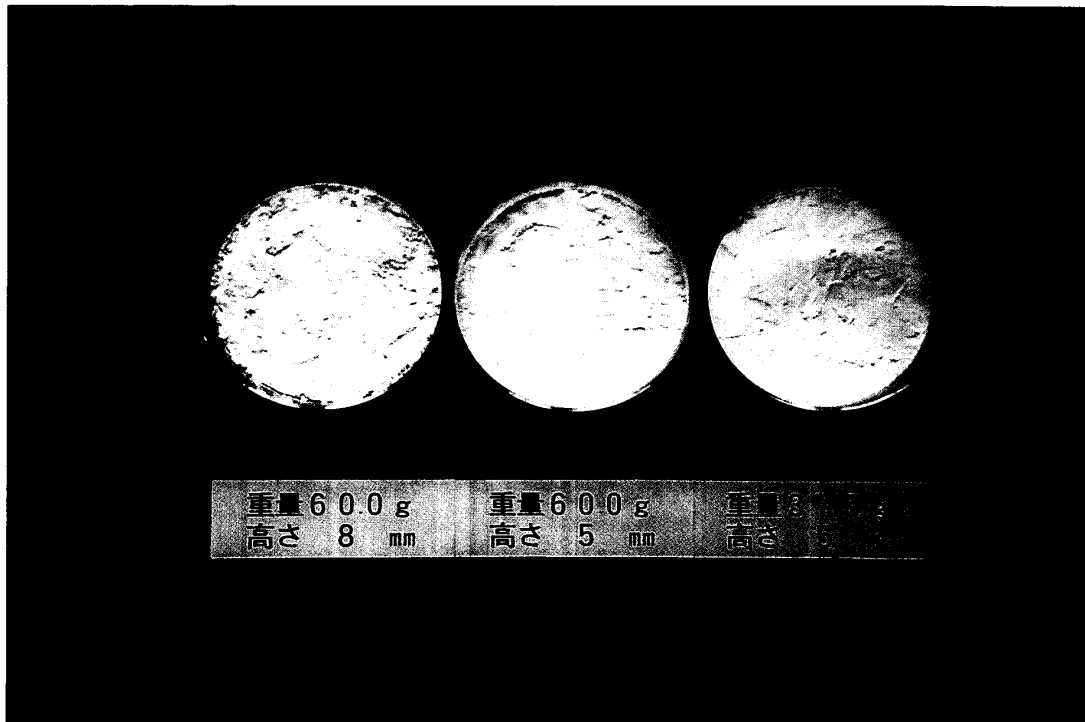


写真4 アルブミンの褐変現象の比較

焙焼条件は、180℃にて30分間行った。

左側：実験に用いた条件。60gを採取すると高さは8mmとなった。

中央：60gを採取して、高さが5mmとなる様に上から押した。（カゼインを60g採取すると高さが5mmとなるので、同一条件とした。）

右側：高さが5mmとなる様に、アルブミンを採取した。この条件では重量は37.5gとなった。

な着色が見られる程度である。この褐変状態の違いについて、180℃焙焼の場合で検討を行ってみた。

第1に形状の違いを取り上げて見ると、実験に用いたカゼインは顆粒であり、アルブミンは粉末である。そこでカゼインを粉末にしたもの（ポールミルで粉碎後40メッシュのふるいにかけてもの）を実験と同様に焙焼を行った（写真3）。粒状に比べ多少着色が薄いですが、アルブミンに比べて濃い色を呈している。

第2にかさについて考えてみた。アルブミンは先に述べたように粉末状態であるので、60gをシャーレに採取すると、高さが約8mmであった。一方カゼインは約5mmで、高さ即ちかさに多少の差が生じる。そこで60gを採取して高さが5mmになるように上から押したものと、圧をかけずに5mmの高さになるように採取（重量としては37.5g）したものを180℃にて30分間焙焼してみた（写真4）が、褐変の出現状態に差は見られなかった。

以上の検討により、2種のタンパク質の構造の違い、含有されるアミノ酸の違い、またカ

ゼインにわずかに含まれているといわれている糖タンパク質<sup>5)</sup>等により、焙焼温度に対する褐変状態が異なるものと推測される。この褐変の出現状態は、タンパク質の熱変性に対する感受性を示すものではないかと推測する。即ち褐変状態が強く出現したカゼインの方が熱変性を受けやすく、消化率が低下したものと思われる。但しこれはまだ推測の段階であり、今後種々のタンパク質で検討を重ねて行きたい。

## 要 旨

タンパク質を過度に加熱すると、その消化性は失われていく。今回はアルブミンを用いて、人工消化試験を行った。その結果を前報<sup>2)</sup>のカゼインの場合と比較しながら、焙焼温度と消化率との関係を検討してみた。

1. 180℃焙焼温度では、アルブミンの焙焼による焼き色（褐変現象）はほとんど出現せず、カゼインとの違いが見られた。
2. 人工消化率は、アルブミンでは180℃の焙焼温度まではほとんど差が見られず、カゼインに比べ高い消化性を示した。
3. カゼインとの著しい違いが、180℃の焙焼温度の時に見られた。アルブミンの消化率が約97%であったのに対し、カゼインは約26%であった。

以上の点から、カゼインに比べアルブミンの方が熱に対して安定である事が推測される。

## 文 献

- 1) 三宅志保ら；焙焼カゼインの温度による消化率への影響，和洋女子大学紀要（家政系編），29，21（1989）
- 2) 藤森直江ら；焙焼カゼインの温度による消化率への影響 第2報，和洋女子大学紀要（家政系編），32，47（1992）
- 3) 近藤麻紀；焙焼アルブミンの温度による人工消化率への影響，本学卒論（1992）
- 4) 唐松眞由美；焙焼カゼインの温度による消化率への影響（IV），本学卒論（1990）
- 5) 北畠典子 訳；食品タンパク質ハンドブック（食品シリーズ1），エヌ・ティー・エス（1988）

藤 森 直 江（本学専任講師）  
近 藤 麻 紀（本学卒業生）  
菊 野 恵一郎（本学教授）